

Kajian Reservoir *Leptospira* di Daerah Sporadis Leptospirosis Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

Study of Leptospira Reservoir in Sporadic Leptospirosis Area, Purworejo Central Java

Dewi Puspita Ningsih*, Zumrotus Sholichah

Balai Litbang P2B2 Banjarnegara

(*dewipuspitaning87@gmail.com)

ABSTRAK

Beberapa kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah merupakan daerah dengan masalah leptospirosis, termasuk Kabupaten Purworejo. Kasus leptospirosis di Kabupaten Purworejo mulai dilaporkan tahun 2005, tetapi informasi dan laporan tentang hewan penular/reservoir jenis tikus dan keberadaan bakteri leptospira pada tikus dan cecurut masih belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan mengkaji reservoir leptospira yang ditemukan dan gambaran serovar yang menginfeksi di Kabupaten Purworejo. Penelitian dilakukan di Desa Bendosari, Kecamatan Gebang, pada bulan Mei - Juni 2011. Penelitian ini merupakan survei potong lintang. Pengumpulan data dilakukan dengan penangkapan dan pemeriksaan bakteri leptospira dengan metode MAT. Hasil penelitian menunjukkan jumlah tikus dan cecurut yang tertangkap sebanyak 30 ekor. Prevalensi tikus dan cecurut yang paling banyak tertangkap, yaitu spesies *Rattus tanezumi* (66,67%), tertangkap di dalam rumah (66,67%) dan berjenis kelamin betina (60%). Sebanyak 30% tikus dan cecurut terinfeksi bakteri leptospira dengan titer pengenceran >1:40 dan serovar yang menginfeksi *L. sarmin*, *L. semaranga*, *L. javanica*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. patoc*, dan *L. Sejroe*. Tikus rumah dan cecurut mempunyai potensi untuk menularkan leptospira pada manusia.

Kata kunci : Leptospirosis, tikus, MAT, Purworejo

ABSTRACT

Districts in Central Java have been reported as leptospirosis area, one of them is Purworejo. Leptospirosis has been reported in Purworejo since 2005, but less information and reports on rats species and leptospira presence in rats and shrews. This study aims to examine reservoir of leptospira and describe infected serovar in Purworejo. This research was carried out in the Bendosari village Gebang subdistrit, on May until June 2011, and cross sectional study. Data collected by catching and continued by examination of leptospira with MAT. The result shown, that total of rats and shrew were recorded for 30. The most rats and shrew prevalence were recorded about 66,67% of *Rattus tanezumi* species, caught in house was about 66,67% with female was about 60%. The result of MAT as much 30% rats and shrews infected leptospira with titer >1:40 and infected serovar are *L. sarmin*, *L. semaranga*, *L. javanica*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. Patoc* and *L. Sejroe*. House rats and shrews has potentially transmitted Leptospira in human.

Keywords : Leptospirosis, rats, MAT, Purworejo

PENDAHULUAN

Leptospirosis merupakan masalah kesehatan masyarakat khususnya di negara-negara yang beriklim tropis dan sub-tropis serta memiliki curah hujan yang tinggi.¹ Leptospirosis termasuk salah satu penyakit *zoonosis* (penyakit pada binatang yang bisa menular ke manusia) yang memerlukan upaya penanggulangan yang serius. Penyakit ini dikelompokkan dalam *emerging infectious disease*. Leptospirosis disebabkan oleh infeksi bakteri berbentuk spiral dari genus *Leptospira*.

Leptospirosis di Indonesia tersebar di DKI Jakarta, Jawa Barat (Kota Bandung), Jawa Tengah (Demak, Purworejo, Klaten, Kab/Kota Semarang, Pati), DI Yogyakarta, Jawa Timur (Ponorogo, Gresik, Malang), Bengkulu (Kab. Kaur), Kepulauan Riau (Tanjung Uban), Sulawesi Selatan (Makassar, Gowa, Maros, Pinrang).² Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah terdapat beberapa kabupaten/kota yang merupakan daerah dengan masalah leptospirosis.^{3,4}

Kabupaten Purworejo merupakan salah satu daerah dengan masalah leptospirosis. Tahun 2005 dilaporkan pernah terjadi Kejadian Luar Biasa (KLB) yang terjadi di satu desa dengan jumlah 4 kasus dan *Case Fatality Rate* (CFR) 100%. Pada tahun 2007 dilaporkan 1 kasus, sedangkan sejak tahun 2008 sampai dengan 2010 tidak ditemukan kasus. Tahun 2011 dilaporkan sebanyak 25 kasus dengan 3 kasus diantaranya berada di Kecamatan Gebang.⁵

Kasus leptospirosis di Kabupaten Purworejo tidak ditemukan setiap tahun, tetapi pada tahun 2011 ditemukan banyak kasus sehingga dapat dikatakan merupakan daerah yang mempunyai masalah dengan leptospirosis. Walaupun demikian informasi dan laporan tentang hewan penular/reservoir jenis tikus dan keberadaan bakteri leptospira pada tikus dan cecurut di Kabupaten Purworejo masih kurang dan belum banyak dikaji sedangkan bakteri leptospira dapat hidup di dalam ginjal reservoir dalam waktu lama dan dapat ditularkan ke manusia.

Leptospirosis pada manusia ditularkan oleh hewan yang terinfeksi *leptospira* dengan reservoir utama adalah rodensia jenis tikus. *Leptospira* dikeluarkan melalui urine saat berkemih kemudian dapat menular pada manusia. Penularan leptospirosis pada manusia terjadi secara kontak langsung

dengan hewan terinfeksi *Leptospira*, atau secara tidak langsung melalui air atau tanah yang terkontaminasi urin yang terinfeksi *Leptospira*. Bakteri ini masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit yang terluka, terutama sekitar kaki, selaput mukosa di kelopak mata, hidung, dan selaput lendir mulut.^{6,7} Hal yang menjadi perhatian juga adalah kemampuan bakteri leptospira hidup di alam/lingkungan yang berpotensi menjadi sumber penularan bagi manusia. Bakteri *Leptospira* dapat hidup dan bertahan beberapa minggu hingga beberapa bulan di alam, baik di tanah maupun air.⁸ Jenis bakteri *Leptospira* yang ditularkan oleh tikus merupakan bakteri yang paling bahaya bagi manusia daripada semua jenis *Leptospira* yang ada pada hewan domestik. Infeksi leptospira pada tikus tidak menimbulkan gejala klinis. Infeksi leptospira pada tikus diduga terpelihara secara alami, inang reservoir yang terkena leptospira terlebih dahulu. Proporsi infeksi bakteri *Leptospira* pada tikus berbanding lurus dengan meningkatnya umur tikus, semakin tua tikus, semakin banyak jumlah bakteri *Leptospira* yang ada pada tubuhnya.⁹ Bakteri *Leptospira* sebenarnya tidak tahan lama hidup di luar badan tikus. Menurut suatu penelitian yang dilakukan di laboratorium, *Leptospira* mampu bertahan hidup di luar tubuh tikus selama 7–12 jam tergantung dari media tempat bakteri ini berada.¹⁰

Beberapa hasil penelitian menunjukkan tikus dan cecurut positif bakteri leptospira. Penelitian yang dilakukan di Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman menemukan sebanyak 7,14% jenis tikus *Rattus tanezumi* positif bakteri leptospira dari 70 tikus yang tertangkap,¹¹ sedangkan Muhidin menemukan 5,6% tikus rumah (*Rattus tanezumi*) positif terinfeksi bakteri leptospira.¹² Hasil penelitian di Kecamatan Minggir Kabupaten Sleman, 8,57% positif bakteri leptospira dari 70 ekor tikus yang tertangkap, dan didominasi spesies *Rattus tanezumi*.¹⁰ Penelitian lain di Kelurahan Sambiroto Kecamatan Tembalang Kota Semarang 44% *Rattus tanezumi* yang tertangkap positif mengandung bakteri leptospira¹³ dan penelitian di Filipina 92% dari 106 tikus yang tertangkap positif membawa bakteri leptospira.¹⁴

Hasil penelitian yang telah dilakukan di beberapa tempat menunjukkan hewan reservoir terutama tikus merupakan hewan reservoir penting dan berpotensi besar sebagai penular leptospi-

rosis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji reservoir leptospira yang ditemukan dan gambaran serovar yang menginfeksi di Kabupaten Purworejo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Bendosari, Kecamatan Gebang Kabupaten Purworejo, pada bulan Mei - Juni 2011. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada kasus terbaru yang diperoleh dari Dinas Kesehatan. Penelitian ini merupakan survei potong lintang dengan kegiatan penangkapan dan pemeriksaan sampel ginjal tikus dan cecurut. Populasi penelitian ini adalah semua jenis tikus dan cecurut di Desa Bendosari, sedangkan sampel penelitian adalah tikus dan cecurut yang berhasil tertangkap. Data hasil penelitian dianalisa secara deskriptif. Kegiatan penangkapan tikus menggunakan perangkap hidup (*single live trap*) sebanyak 250 buah/hari, yang dipasang di sekitar rumah kasus, hal ini dikarenakan riwayat penderita terkena leptospirosis setelah beraktivitas di lingkungan sekitar rumah. Sebanyak 220 buah perangkap dipasang di 32 rumah (di dalam dan luar) serta 30 buah di kebun sekitar pemukiman penduduk dekat rumah kasus. Tikus yang tertangkap selanjutnya dibius, diidentifikasi dan dilakukan pengambilan sampel darah.⁹ Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode MAT yang merupakan *gold standard* pemeriksaan leptospirosis.¹⁵ Pemeriksaan MAT pada prinsipnya dengan mengencerkan serum darah tikus dua kali lipat secara serial, kemudian direaksikan dengan suspensi antigen serovar *Leptospira* hidup. Setelah diinkubasi, campuran antigen - serum diamati dengan mikroskop untuk melihat adanya aglutinasi, kemudian titer antibodi ditentukan berdasarkan pengenceran terakhir menunjukkan adanya aglutinasi. Pengenceran dimulai dengan titer 1:20, 1:40, 1:80 dan seterusnya.

Penentuan positif dan negatif mengandung bakteri leptospira berdasarkan pengenceran (titer), dikatakan positif apabila pada titer >1:40 terdapat aglutinasi hasil reaksi dengan serovar yang ada.¹⁶

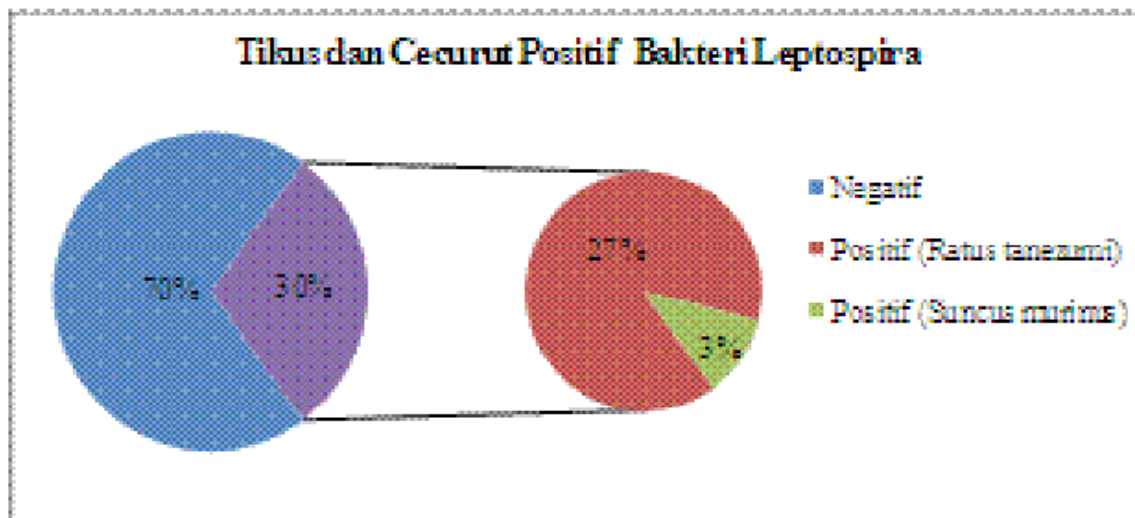
HASIL

Reservoir leptospira yang tertangkap dalam penelitian ini antara lain *Rattus tanezumi* dan *Suncus murinus*, seperti yang disajikan dalam Tabel 1. Tikus dan cecurut lebih banyak tertangkap di dalam rumah yaitu sebesar 66,67% dengan nilai tingkat keberhasilan penangkapan tikus (*trap success*) sebesar 10,42%. Jenis tikus yang banyak tertangkap yaitu *Rattus tanezumi* (66,67%), sedangkan jenis kelamin tikus yang banyak tertangkap yaitu betina (60%). Hasil pengamatan dan observasi selama kegiatan penangkapan menunjukkan gambaran vegetasi dominan di lokasi penangkapan, yaitu berupa semak-semak, berbagai macam pohon berkayu (rambutan, jati, mahoni, mangga, jambu, nangka), pohon kelapa dan tanaman hias, sedangkan untuk predator tikus yang ada di sekitar lokasi penangkapan yaitu kucing, tetapi jumlahnya masih sedikit.

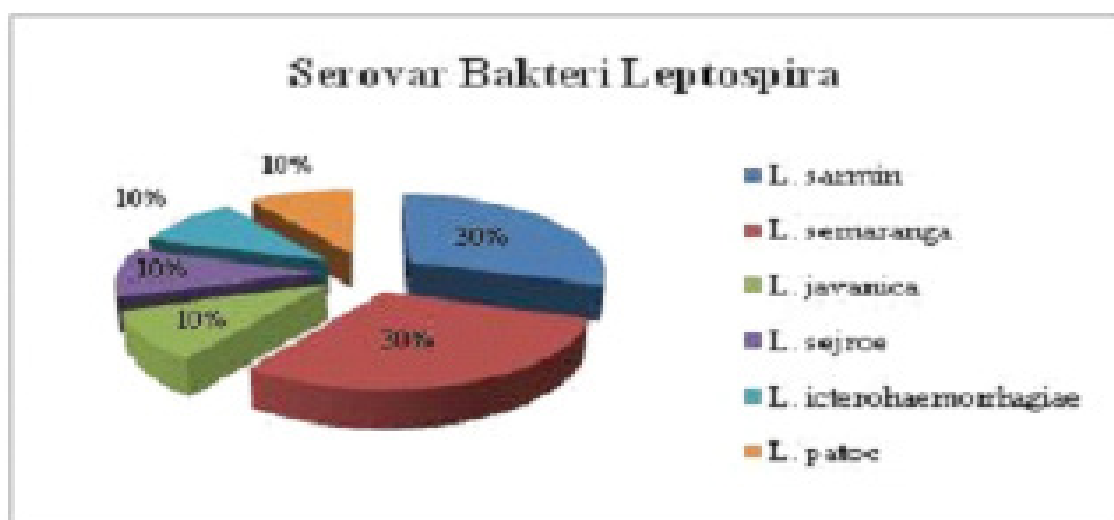
Hasil pemeriksaan MAT pada 30 sampel serum tikus dan cecurut yang tertangkap, sebanyak 9 sampel positif, dengan titer pengenceran 1:80 dan 1:160. Kedua spesies reservoir yang tertangkap positif mengandung bakteri leptospira yaitu *Rattus tanezumi* yang tertangkap di dalam rumah sebanyak 7 ekor, tertangkap di luar rumah 1 ekor serta 1 ekor *Suncus murinus* yang tertangkap di luar rumah (Gambar 1). Selain itu, diperoleh 6 serovar bakteri leptospira antara lain *L. sarmin*, *L. semaranga*, *L. javanica*, *L. icterohaemorrhagiae* dan *L. patoc* yang ditemukan pada *Rattus tanezumi*, dan *L. Sejroe* yang ditemukan pada *Suncus murinus* seperti pada Gambar 2. Dari tikus yang positif bakteri leptospira terdapat 1 ekor *Rattus tanezumi*

Tabel 1. Spesies dan Jumlah Tikus dan Cecurut yang Tertangkap

Spesies	Tikus Yang Tertangkap (ekor)					%
	Peletakan Perangkap			Jenis Kelamin		
	Dalam	Luar	Kebun	Jantan	Betina	
<i>Rattus tanezumi</i>	14	5	1	6	14	66,67
<i>Suncus murinus</i>	6	3	1	6	4	33,33
Total	20	8	2	12	18	100,0
<i>Trap Success</i>	10,42	1,77				



Gambar 1. Prevalensi Tikus dan Cecurut Positif Bakteri Leptospira



Gambar 2. Serovar Bakteri Leptospira pada Tikus dan Cecurut

yang terinfeksi 2 serovar, yaitu *L. Sarmin* dan *L. Semarang*.

PEMBAHASAN

Desa Bendosari termasuk dalam Kecamatan Gebang Kabupaten Purworejo, desa ini pada bulan Mei 2011 terdapat satu kasus dengan riwayat terkena leptospirosis setelah beraktivitas di sekitar rumah. Adanya satu kasus leptospirosis diestimasikan paling tidak ada 10 kasus leptospirosis anikterik atau dengan gejala ringan.¹⁷ Penelitian yang dilakukan di Banyumas, Boyolali dan Pati menyebutkan bahwa jarak antara rumah penderita dengan titik ditangkapnya reservoir positif bakteri

leptospira jaraknya 30-150 meter, hal ini menunjukkan bahwa penularan leptospirosis berada tidak jauh dari tempat aktivitas sehari-hari penderita.¹⁸⁻²⁰

Persentase jumlah tikus yang tertangkap lebih banyak di dalam rumah, hal ini sesuai dengan penelitian Sudarmaji dimana tikus yang aktivitas kehidupannya di luar rumah akan lebih sulit ditangkap dibandingkan tikus yang aktivitas di dalam rumah.²¹ Selain itu, hal ini menunjukkan peluang penularan leptospirosis di dalam rumah lebih besar dibandingkan dari luar rumah. Sesuai dengan penelitian Murtiningsih bahwa tikus di dalam rumah meningkatkan risiko 7,4 kali kejadian leptospirosis.²² Penelitian yang dilakukan di Ki-

bera menunjukkan bahwa 1 dari 5 reservoir yang tertangkap di dalam rumah mengandung leptospira patogen dalam ginjalnya dan hal tersebut berpotensi untuk mencemari lingkungan di sekitarnya lewat urin yang dikeluarkannya.²³ Hasil penelitian ini juga menunjukkan tikus rumah (*Rattus tanezumi*) merupakan jenis yang dominan tertangkap, dikarenakan sesuai hasil observasi kondisi rumah mendukung tikus untuk hidup di dalam rumah. Kondisi yang mendukung tersebut antara lain adalah ketersediaan pangan di dalam rumah, tikus tidak menemukan makanan di got/saluran air di luar rumah, dan kondisi rumah yang kotor. Hal lain yang mendukung masuknya tikus ke dalam rumah adalah kondisi rumah dengan lubang ventilasinya tidak ditutup dengan kasa, atap rumah tidak diberi eternit dan dilapisi plafon. Selain itu, adanya pohon besar di dekat rumah juga dapat menjadi jalan masuknya tikus ke dalam rumah.

Terkait dengan tikus yang ditemukan di luar rumah tetap berpotensi untuk menularkan leptospirosis pada manusia walaupun dalam penelitian ini persentase yang tertangkap di luar rumah lebih sedikit daripada di dalam rumah. Penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan di Kota Semarang menunjukkan bahwa 13,69% tikus rumah yang tertangkap di luar rumah terinfeksi bakteri *L. interrogans*.²¹ Kondisi lingkungan yang kurang bersih, seperti banyak ditemuinya tempat pembuangan sampah di sekitar pekarangan rumah, kondisi sanitasi yang jelek, dan tertutup rerumputan atau semak belukar merupakan tempat yang disukai tikus yang merupakan variabel determinan kasus leptospirosis.²⁴ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian di Moyudan Sleman bahwa sanitasi yang kurang baik termasuk dalam faktor yang berpengaruh terhadap kejadian leptospirosis.¹¹ Selain itu, kondisi vegetasi dominan dan predator di sekitar lokasi penangkapan juga menjadi salah satu faktor yang mendukung keberadaan tikus. Penelitian Aplin menyebutkan bahwa penularan leptospirosis dapat melalui tumbuhan yang terkena urin tikus infeksi bakteri *Leptospira* yang tersentuh kulit manusia.²⁵ Selain itu, keberadaan predator di suatu daerah akan mempengaruhi besarnya populasi tikus di daerah tersebut. Predator tikus yang dijumpai di lokasi penelitian adalah kucing, akan tetapi jumlahnya masih sedikit tidak sesuai dengan jumlah tikus yang ada.

Species tikus yang banyak tertangkap adalah *Rattus tanezumi*, hal ini dimungkinkan karena penangkapan tikus dilakukan di lingkungan pemukiman. *Rattus tanezumi* merupakan tikus domestik yang umum ditemukan hidup berdekatan dengan manusia dan hidupnya tergantung dari tempat tinggal manusia misalnya untuk persediaan makanan, air, sarang dan ruang gerak. Sebagai hewan domestik jenis tikus tersebut memainkan peran utama penularan leptospirosis ke manusia bila dibandingkan dengan jenis tikus yang lain.²⁶ Penularan leptospirosis ke manusia melalui tikus lebih besar kemungkinannya, terkait beberapa jenis tikus yang habitatnya berada di sekitar tempat tinggal manusia. Menurut WHO, keberadaan tikus domestik di dalam dan sekitar lingkungan permukiman merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penularan leptospirosis ke manusia.¹ Hasil penelitian ini sama dengan di Minggir Sleman, Boyolali dan Banyumas, dimana *Rattus tanezumi* merupakan spesies yang dominan tertangkap.^{18,20,27}

Species lain yang tertangkap dalam penelitian ini yaitu *Suncus murinus*. *Suncus murinus* (cecurut) sebenarnya bukan termasuk kelompok tikus melainkan merupakan insektivora. Menurut Ristiyanto *Suncus murinus* merupakan pemakan segala serangga seperti lipas dan jangkrik. Selain itu, kehadiran *Suncus murinus* mengidentikan masuk ke dalam rumah dengan kondisi sanitasi yang buruk.²¹ Jenis kelamin tikus yang banyak tertangkap adalah betina, Priyambodo menyatakan hal yang sama bahwa tikus betina lebih mudah ditangkap daripada tikus jantan. Hal ini berkaitan dengan peranan tikus betina di dalam kelompoknya, yaitu pencari makan bagi anaknya sehingga mobilitasnya lebih tinggi,²⁴ sedangkan tikus jantan berperan sebagai penjaga sarang atau wilayah teritorialnya.²⁸

Bakteri leptospira terdiri dari 2 kelompok, yaitu patogen (*L. interrogans*) dan yang non patogen atau saprofit (*L. biflexa*). Dua spesies reservoir yang tertangkap positif mengandung bakteri leptospira, dengan *Rattus tanezumi* lebih banyak yang terinfeksi. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan Benacer di Malaysia.²⁹ Serovar yang ditemukan pada *Rattus tanezumi* meliputi *L. sarmin*, *L. semaranga*, *L. javanica*, *L. icterohaemorrhagiae* dan *L. patoc*, sedangkan pada *Suncus murinus* terinfeksi *L. sejroe*. Hasil penelitian di Banyumas jenis serovar yang menginfeksi *Rat-*

tus tanezumi sama dengan penelitian ini yaitu *L. icterohaemorrhagiae* dan *L. javanica* tetapi pada *Suncus murinus* bakteri yang menginfeksi berbeda yaitu *L. cynopteri*.¹⁸ Kesamaan jenis serovar yang menginfeksi dengan hasil penelitian ini kemungkinan karena spesies tikus yang terinfeksi sama yaitu jenis tikus rumah. Penelitian serupa yang dilakukan Benacer menunjukkan bahwa *Rattus tanezumi* merupakan *carier* (pembawa utama) dari *L. javanica* dan *L. bataviae*. Menurut sifat *carier* suatu serovar tidak hanya bergantung pada spesies inangnya, tetapi juga distribusi species tersebut di berbagai habitat.²⁹ Bakteri leptospira khususnya spesies *L. icterohaemorrhagiae* banyak menyerang tikus besar salah satunya yaitu tikus rumah. *L. icterohaemorrhagiae* merupakan serogroup dari kelompok *L. interrogans* yang virulen bagi manusia serta merupakan bakteri leptospira yang biasa ditemukan pada reservoir tikus dan jarang ditemukan pada binatang lain.³⁰

KESIMPULAN DAN SARAN

Species reservoir yang tertangkap yaitu Rattus tanezumi dan Suncus murinus. Sembilan ekor tikus positif terinfeksi leptospira dengan serovar *L. sarmin*, *L. semaranga*, *L. javanica*, *L. icterohaemorrhagiae*, *L. patoc*, dan *L. Sejroe*. Tikus rumah dan cecurut mempunyai potensi untuk menularkan leptospira pada manusia. Kondisi rumah yang tidak tahan tikus (*rat proof*) menyebabkan banyaknya tikus tertangkap di dalam rumah, sehingga diperlukan upaya perbaikan dan meminimalkan akses tikus untuk masuk ke dalam rumah. Perlu dikembangkan metode pengendalian tikus yang efektif dan efisien. Selain itu, perlu penelitian lanjut tentang reservoir leptospira selain tikus dan cecurut serta deteksi leptospira pada lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Litbang P2B2 Banjarnegara, rekan peneliti dan teknisi, Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Purworejo dan Puskesmas Gebang atas izin dan bantuannya dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Human Leptospirosis : Guidance For Diagnosis , Surveillance and Control. Malta : WHO; 2003.
2. Subdit Zoonosis P2PL Kementerian Kesehatan. Kebijakan Pengendalian Penyakit Zoonosa Di Indonesia. Jakarta : Subdit Zoonosis P2PL Kementerian Kesehatan; 2012.
3. Harini Setijowati. Situasi Penyakit Bersumber Binatang di Jawa Tengah 2007 – 2011. Semarang : Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah; 2011.
4. Rumah Sakit Umum Daerah Margono. Laporan Kasus Leptospirosis. Purwokerto : Rumah Sakit Umum Daerah Margono; 2011.
5. Dinas Kesehatan Kabupaten Purworejo. Data Kasus Leptospirosis di Kabupaten Purworejo. Purworejo : Dinas Kesehatan Kabupaten Purworejo; 2011.
6. Kusmiyati, Noor S, Supar. Leptospirosis Pada Hewan dan Manusia di Indonesia. Wartazoa 2005;15:213-220.
7. Suratman. Analisis Faktor Risiko Lingkungan dan Perilaku yang Berpengaruh terhadap Kejadian Leptospirosis Berat di Kota Semarang (Studi Kasus Leptospirosis yang Dirawat di Rumah Sakit Dr. Kariadi Semarang) [Tesis]. Semarang : Universitas Diponegoro; 2006.
8. Yunianto B. Studi Epigeografi Kejadian Leptospirosis di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.; Banjarnegara : Loka Litbang P2B2 Banjarnegara; 2010.
9. Ristiyanto. Modul Pelatihan Rodentologi. Salatiga : B2P2VRP Salatiga; 2007.
10. Ikawati B, Sunaryo. Strain Leptospira yang Ditemukan pada Tikus dan Suncus di Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman. Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Social Determinants of Health and Interprofesional Education : Ways Forward in Achieving MDG's; 31 Maret 2012; Purwokerto; Purwokerto : Jurusan Kesehatan Masyarakat FKIK UNSOED. 2012.
11. Maria Agustini. Lingkungan Daerah Endemis Leptospirosis Desa Sumbersari, Kecamatan Moyudan, Kabupaten Sleman Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 2011.
12. Muhidin. Survei Kejadian Leptospirosis di Desa Sumbersari Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta Tahun 2010 [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2011.

13. Wahyuni A, S D, Retno H. Analisis Faktor Lingkungan Abiotik yang Mempengaruhi Keberadaan Leptospirosis pada Tikus di Kelurahan Sambiroto, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. *J. Kesehat. Masy.* 2012;1(2):514-524.
14. Villanueva SYAM, Ezoe H, Baterna RA, et al. Serologic and Molecular Studies of *Leptospira* and Leptospirosis among Rats in the Philippines. *J. Trop Med Hyg* 2010;82(5):889-898.
15. Bina Ikawati. Laporan : Deteksi Dini Leptospirosis di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah.; Banjarnegara: Balai Litbang P2B2 Banjarnegara. 2012.
16. Agudelo-Flórez P, Londoño AF, Quiroz VH, et al. Prevalence of *Leptospira* spp. in Urban Rodents from a Groceries Trade Center of Medellin, Colombia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2009;81(5):906-910.
17. Departemen Kesehatan. Pedoman Diagnosa dan Penatalaksanaan Kasus Penanggulangan Leptospirosis di Indonesia. Jakarta : Departemen Kesehatan; 2008.
18. Ramadhani T, Widyastuti D, Priyantol D. Determinasi Serovar Bakteri *Leptospira* pada Reservoir di Kabupaten Banyumas Determination of *Leptospira* Serovar in Reservoir in Banyumas District. *J Ekol Kesehat.* 2015;14(1):8-16.
19. Zumrotus Solichah, Rahmawati. Sebaran Infeksi *Leptospira* Patogenik pada Tikus dan Cecurut di Daerah Pasca Banjir Kabupaten Pati dan Endemis Boyolali. *Balaba.* 2017;13(2):173-182.doi.org/10.22435/blb.V13i2.7945.173-182
20. Widiastuti D, Sholichah Z, Agustiningsih A, Wijayanti N. Identification of Pathogenic *Leptospira* in Rat and Shrew Populations Using *rpoB* Gene and Its Spatial Distribution in Boyolali District. *Kesmas Natl Public Heal J.* 2016;11(1):32. [doi:10.21109/kesmas.v11i1.798](https://doi.org/10.21109/kesmas.v11i1.798).
21. Ristiyanto, Wibawa T, Budiharta S, Supar-giono. Prevalensi Tikus Terinfeksi *Leptospira Interrogans* di Kota Semarang Jawa Tengah. *Vektora.* 2015;7(2):85-92.
22. Murtiningsih B, Budiharta S, Supardi S. Faktor Risiko Leptospirosis di Provinsi Yogyakarta dan Sekitarnya. *BKM.* 2005;XXI(1):17-24.
23. Halliday JEB, Knobel DL, Allan KJ, et al. Urban Leptospirosis in Africa: a Cross-Sectional Survey of *Leptospira* Infection in Rodents in the Kibera Urban Settlement, Nairobi, Kenya. *Am J Trop Med Hyg.* 2013;89(6):1095-1102. [doi:10.4269/ajtmh.13-0415](https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0415).
24. Priyambodo. Pengendalian Hama Tikus Terpadu. Jakarta: PT Penebar Swadaya; 1995.
25. Yunianto B, Ramadhani T, Marbawati D, Zumrotus Solichah. Laporan Penelitian : Studi Epidemiologi Leptospirosis di Kota Semarang (Tahap II).; Banjarnegara: Loka Litbang P2B2 Banjarnegara; 2009.
26. Mulyono A, H FD, P DBW, et al. Seroprevalensi *Leptospira* pada *Rattus norvegicus* dan *Rattus tanezumi* Berdasarkan Jenis Kelamin dan Umur. 2015;7:7-14.
27. Prastawa A. Laporan Penelitian: Studi Bioekologi Rodensia di Daerah dengan Kasus Leptospirosis di Kabupaten Sleman Provinsi DIY. Banjarnegara: Loka Litbang P2B2 Banjarnegara; 2011.
28. Putri MI. Hubungan Faktor Lingkungan dan Perilaku dengan Kejadian Leptospirosis di Kabupaten Demak Tahun 2009 [Skripsi]. Semarang : Universitas Diponegoro. 2009.
29. Benacer D, Zain SNM, Amran F, Galloway RL, Thong KL. Isolation and Molecular Characterization of *Leptospira Interrogans* and *Leptospira Borgpetersenii* Isolates from the Urban Rat Populations of Kuala Lumpur, Malaysia. *Am J Trop Med Hyg.* 2013;88(4):704-709. [doi:10.4269/ajtmh.12-0662](https://doi.org/10.4269/ajtmh.12-0662).
30. Johnson M., H S, P J, RH G, CT B, KJ C. Environmental Exposure And Leptospirosis Peru. *Emerg Infect Dis.* 2004;10(6):1016-1022.